

Intégrer l'usage de vidéos dans l'enseignement au lycée

Éliane Cousquer

IREM de Lille

La visualisation – la présentation des idées, des principes et des problèmes – par des images a toujours joué un grand rôle pour enseigner et apprendre des mathématiques. Les images ont un impact, souvent supérieur à celui des discours car si on oublie parfois ce qu'on a lu ou entendu, on retient plus longtemps une image qui fait appel à la sensibilité, l'émotion autant qu'à l'intellect. Ces dernières années, les possibilités de visualisation en mathématiques se sont considérablement accrues avec les films et les animations informatiques. Neuf vidéos américaines remarquables sont maintenant disponibles en français. Dans cet atelier, ont été présentés des extraits des vidéos du programme « Mathematics », ainsi que l'ensemble du programme et des documents d'accompagnement du site <http://mediamaths.asso.fr> auquel nous renvoyons le lecteur. Voici une présentation détaillée des vidéos.

Vidéos du programme Mathematics !

« Project Mathematics ! »

Vers 1980, Tom Apostol, professeur de mathématiques à l'Institut Caltech aux Etats Unis s'est associé avec James F. Blinn du Jet Propulsion Laboratory qui produisait des animations informatiques pour des cours sur la mécanique céleste pour la Nasa et ils ont lancé conjointement le projet *Mathematics*. Ce programme comporte une série de neuf vidéos d'une demi-heure chacune pour l'enseignement secondaire en mathématiques.

Les objectifs du programme « *Mathematics !* » :

- Le premier est de montrer aux étudiants qu'apprendre les mathématiques peut être passionnant et gratifiant intellectuellement. Présenter ainsi les concepts mathématiques au tableau ou dans un manuel est impossible.
- La puissance des images visuelles pour susciter les émotions les plus profondes a été toujours comprise par les artistes. La télévision met ces images en mouvement avec accompagnement de musique et d'effets spéciaux et son impact sur l'esprit humain est bien compris par les amuseurs, les annonceurs publicitaires et les politiciens, mais pas assez par la plupart des enseignants. Au lieu de se plaindre de son impact, exploiter cette technologie de façon créatrice pour révéler aux jeunes les avancées de la science et des mathématiques. Introduire une télévision de qualité dans la salle de classe comme aide visuelle puissante en accompagnement des livres, des ordinateurs et d'autres matériaux.

Neuf vidéos de la série « *Mathematics !* »

- Le théorème de Pythagore
- Similitude
- Le tunnel de Samos
- Sinus et Cosinus parties 1, 2, 3
- Histoire de Π
- Histoire des mathématiques
- Polynômes

Les vidéos contiennent des animations informatiques, des extraits de films et des images de documents originaux ainsi qu'un accompagnement sonore avec des commentaires et de la musique. Ces vidéos sont largement diffusées aux Etats Unis et sont utilisées par des millions d'élèves. Elles ont été diffusées par une trentaine de chaînes de télévisions. Les vidéos du Projet *Mathematics* ont remporté une douzaine de prix du logiciel pédagogique dans différents festivals aux Etats Unis. (voir la liste ci-dessous).

La production des vidéos s'est échelonnée sur plus de 10 ans et a été financée grâce à des fonds privés depuis 1987 par différentes entreprises (Siggraph, Intel, Hewlett-Packard, Irving S. Reed ...) puis par des fonds de la National Science Foundation, (N.S.F.) pour un total en octobre 2000 de 5,336,389 US\$.

En 2001, une équipe lilloise a proposé au CNDP Scéren d'adapter ces vidéos en français. Les droits de traduction ont été achetés par le CNDP qui en sera le diffuseur. La traduction et l'adaptation sonore a été faite par Christian Cousquer, la réalisation des bandes au sein du CPAV à l'USTL et les animations ont été refaites au laboratoire Lamia par Pierre André Caron. Les neuf vidéos sont maintenant adaptées en français et elles sont en cours de publication par le CNDP.

Structure des vidéos:

Une bande vidéo fournit une grande quantité d'information en un temps relativement bref. La façon dont la vidéo est utilisée dépend de l'aisance de l'élève, de ses connaissances antérieures et du degré d'implication de l'enseignant. Certains seront capables de regarder la bande vidéo et d'apprendre beaucoup de choses sans aide, mais la plupart des élèves ne peuvent apprendre des mathématiques simplement en regardant la télévision, pas plus qu'ils ne le peuvent en écoutant seulement en classe ou en lisant un manuel. Pour eux, l'interaction avec l'enseignant est essentielle pour apprendre et les bandes vidéo sont destinées à stimuler la discussion et à encourager de tels échanges. Chaque bande commence toujours par une partie "*Avant toute chose*" avec une animation informatique qui présente les concepts avec lesquels l'étudiant doit être familier et se termine par une récapitulation des idées principales développées.

Récompenses obtenues aux Etats Unis

- *Theorem of Pythagoras*

Gold Medal, 1988 International Film and TV Festival of New York

Gold Apple, 1989 National Educational Film and Video Festival, Oakland

Blue Ribbon, Best of Category, 1989 American Film and Video Festival, Chicago

Electra Certificate, Best of Category, 1989 Birmingham International Educational Film Festival

Gold Cindy, 1989 Cindy Competition, Association of Visual Communicators, Los Angeles

- *The Story of Π*

Gold Apple, 1990 National Educational Film and Video Festival, Oakland

Red Ribbon, 1990 American Film and Video Festival, Chicago

- *Similarity*

Silver Apple, 1991 National Educational Film and Video Festival, Oakland

- *Sines and Cosines, Part I*

Silver Medal, 1992 New York Film & Video Festival.

- *Sines and Cosines, Part II*

Gold Medal, 1993 New York Film & Video Festival

Gold Apple, 1994, National Educational Film and Video Festival, Oakland

- *The Tunnel of Samos*

World Medal, 1995 New York Film & Video Festival

- *Project MATHEMATICS!* fut nommée par la Hewlett-Packard Company in 1991 pour une *Computerworld Smithsonian Award* pour son utilisation inventive des technologies de l'information et de la communication.

Annexe
Présentation détaillée des vidéos

Premier programme
Le Théorème de Pythagore, Similitude, le tunnel de Samos.

Le théorème de Pythagore : Cette bande sensibilise les élèves à l'utilité du Théorème de Pythagore à travers des situations concrètes. Des démonstrations du théorème au cours de l'histoire et dans différentes civilisations sont illustrées par de multiples animations, qui se ramènent à quelques types : des puzzles, comme en Chine ou en Inde, des démonstrations basées sur la similitude, ou sur la méthode des aires. La vidéo présente une généralisation du théorème de Pythagore à des figures semblables construites sur les côtés du triangle.

Similitude : La similitude est une transformation qui conserve la forme des objets. Elle est fondamentale dans tous les usages de la vie, pour toutes les mesures, avec les maquettes, les cartes et les modèles réduits. On étudie son effet sur les triangles, les polygones, les surfaces et les volumes où dans une similitude de rapport r , les longueurs sont multipliées par r , les aires par r^2 et les volumes par r^3 .

Le tunnel de Samos : Au sixième siècle avant Jésus Christ, un tunnel de 1036 mètres fut creusé à la main dans une montagne sur l'île grecque de Samos. Ce fut une des réalisations techniques majeures de l'antiquité fut creusé par deux équipes travaillant simultanément des deux côtés de la montagne. Cela pose la gageure intellectuelle : « *Quelle méthode mathématique fut employée pour trouver la direction correcte pour le creusement ?* » Plusieurs méthodes sont décrites dans la vidéo, la première proposée par Héron d'Alexandrie cinq siècles après la fin du percement du tunnel, la deuxième par des historiens des sciences vers 1950. L'équipe du projet *Mathematics* a filmé les lieux en 1993 et elle propose une combinaison des deux explications.

Deuxième programme
Sinus et cosinus I, II et III

Sinus et cosinus 1 s'ouvre sur des exemples de mouvements circulaires dans la vie réelle et introduit le sinus en relation avec un point sur un cercle unité. On visualise les courbes sinusoïdes et leurs symétries ainsi que la courbe cosinus. A propos du son, la fréquence et l'amplitude sont illustrées avec les tons produits par différents instruments de musique d'un orchestre. La périodicité de la courbe sinus est vue. La découverte de Fourier sur les ondes périodiques est illustrée avec un peu d'arrière plan historique : une onde périodique est une combinaison d'ondes sinus et cosinus, avec des fréquences et des amplitudes appropriées.

Sinus et cosinus 2 porte sur la trigonométrie et son utilisation pour déterminer des distances impossibles ou difficiles à mesurer directement. Les deux outils pour résoudre de tels problèmes sont la loi des cosinus et la loi des sinus dont on développe l'application en topographie avec la cartographie de l'Inde. Le programme décrit comment elle a été faite et comment a été déterminée la hauteur du Mont Everest. Il retrace une histoire des instruments topographiques, du dioptré aux satellites orbitaux des temps modernes.

Sinus et cosinus 3 relie les sinus et cosinus d'un angle avec les longueurs de cordes d'un cercle et fournit des démonstrations des formules d'addition pour le sinus et le cosinus d'une somme de deux angles. Plusieurs applications en sont données : une combinaison d'une onde sinusoïdale avec une onde cosinus de même fréquence est une onde sinusoïdale, la détermination d'expressions exactes pour les sinus et cosinus de beaucoup d'angles en termes de racines carrées des nombres entiers.

Troisième programme
Histoire de π , Histoire des mathématiques, Polynômes.

Histoire de π . On définit π comme le rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre et montre que π apparaît dans une variété de formules. Après discussion des débuts de l'histoire de π , le programme reprend les travaux d'Archimède avec des animations informatiques et détaille la course

dans l'histoire à la détermination des décimales de π et à l'élucidation de la nature de ce nombre. Les améliorations principales des évaluations de π représentent des jalons d'avancées importantes dans l'histoire des mathématiques.

Histoire des mathématiques décrit quelques développements des débuts de l'histoire des mathématiques, depuis les calendriers babyloniens il y a 5000 ans, jusqu'au calcul infinitésimal au dix-septième siècle. Il décrit des symboles numériques dans différentes cultures, la naissance de la théorie des nombres, le théorème de Pythagore, les recherches pour estimer le nombre e et explique comment l'astronomie a conduit à la trigonométrie. Il montre des avancées majeures telles que la création de l'algèbre et de la géométrie analytique qui ont accéléré le développement du calcul différentiel et intégral.

Polynômes fournit un catalogue visuel des formes de graphes de polynômes dans un même système de coordonnées rectangulaires en fonction de leur degré. Des courbes qui ne sont pas des graphes des polynômes peuvent être approchées par les graphes de polynômes. Une séquence avec une intéressante animation informatique illustre des approximations d'une courbe sinusoïdale.